

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-309295

(43)Date of publication of application : 04.11.1994

(51)Int.Cl.

G06F 15/20
G06F 12/00

(21)Application number : 05-094247

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 21.04.1993

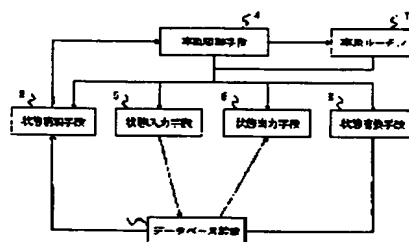
(72)Inventor : KAMIMURA SHUICHI
FUJIWARA MUTSUMI

(54) DISCRETE PHENOMENON SIMULATION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To attain the interruption and restart of simulation in the same way as the continuity of the simulation.

CONSTITUTION: At the time of the start of the simulation, a simulation model described in a description form determined by a user is stored from an external storage device in a data base device 1 according to the storage form by using a state inputting means 5. When a phenomenon list is fetched from the data base device 1 by using a state reading means 2, a discrete phenomenon which occurs the earliest and an appropriate phenomenon routine are selected from the phenomenon list fetched from the data base device 1 by a phenomenon driving means 4 by using the state reading means 2, and the description of the state of the simulation model is rewritten by both the updating function and retrieval information managing function of the data base device 1 according to the content of the phenomenon routine by using a state rewriting means 3. At the time of interrupting the simulation on the way to the execution of the simulation, the entire state of the model is outputted in the form of the data base device by a state outputting means 6, and preserved in the external storage device.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-309295

(43)公開日 平成6年(1994)11月4日

(51)IntCl.⁵

G 0 6 F 15/20
12/00

識別記号

5 0 5

庁内整理番号

D 8724-5L
8944-5B

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平5-94247

(22)出願日 平成5年(1993)4月21日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 上村 秀一

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社
東芝柳町工場内

(72)発明者 藤原 睦

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社
東芝柳町工場内

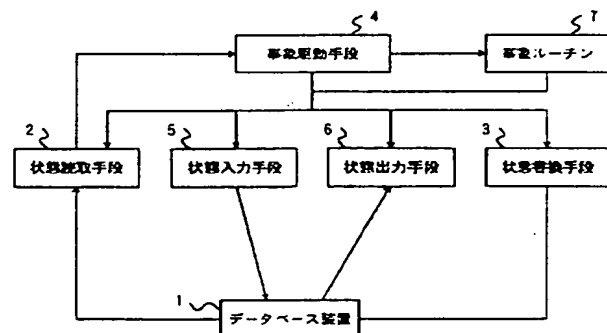
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 離散事象シミュレーション装置

(57)【要約】

【目的】シミュレーションの中断、再スタートをシミュレーションを続けたと同様に行うことを可能にするにある。

【構成】シミュレーション開始時に状態入力手段5を用いて外部記憶装置からデータベース装置1にユーザの定めた記述形式で記述されたシミュレーションモデルをその格納形式に従って格納し、状態読取手段2を用いてデータベース装置1より事象リストが取込まれると、事象駆動手段4により状態読取手段2を用いてデータベース装置1より取込まれた事象リストから最も早く生じる離散事象と適当な事象ルーチンを選択し、状態書換手段3を用いて事象ルーチンの内容に従ってデータベース装置1の更新機能および検索情報の管理機能によりシミュレーションモデルの状態の記述を書換え、シミュレーション実行途中で中断する場合には、状態出力手段6によりモデルの全状態をデータベース装置の形式で出力して外部記憶装置に保存する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シミュレーション開始時外部記憶装置に保存されているシミュレーションモデルの状態をユーザの記述形式に従って読込む状態入力手段と、この状態入力手段により読込まれたシミュレーションモデルの状態を表すデータをその格納形式に従って格納し、且つ該データを管理すると共に、管理情報を更新する機能と検索情報を管理する機能とを有するデータベース装置と、事象駆動に際して前記データベース装置からシミュレーションモデルについて必要な情報を読取る状態読取手段と、前記状態読取手段を用いて前記データベース装置から読取られた事象リストの中の最も時刻の早い事象に対応する適当な事象ルーチンを選択し、それを実行する事象駆動手段と、この事象駆動手段で実行された事象が取込まれると前記データベース装置に指令を与えて管理情報の更新機能および検索情報の管理機能によりシミュレーションモデルの状態の記述を書換える状態書換手段と、シミュレーション終了時またはシミュレーション実行途中で中断事象が判定されると前記データベース装置からシミュレーションモデルに関する全データまたは一部のデータを読出して前記外部記憶装置に保存する状態出力手段とを備えたことを特徴とする離散事象シミュレーション装置。

【請求項 2】 データベース装置は、複数のワードの順序列をラインとして複数のラインを複数の条件に合致する複数の表に対して個別に選択的に登録、削除すると共に、ワードの内容に基づいてラインを検索するものである請求項 1 に記載の離散事象シミュレーション装置

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はシミュレーションの中断、再スタートを容易に行うことの可能な離散事象シミュレーション装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 離散事象シミュレーションは、シミュレーションしようとするシステムの状態に変化をもたらす出来事（以後、出来事を事象と呼ぶ）のみに注目し、事象が生起する毎にそのシステムのモデル（以後、シミュレーションモデルと呼ぶ）の状態に変化を加えることである。事象が生起した時にシミュレーションモデルにどのような変化を加えるかについて表したものを事象ルーチンと呼ぶ。

【0003】 従来の離散事象シミュレーション装置では、シミュレーションを行うとき、まずシミュレーションモデルの構造を記述する。さらに、可能であれば、シミュレーションモデルの初期条件を入力する。例えば初期パラメータやシミュレーションモデルの初期状態を入力する。この場合、離散事象シミュレーション装置にはシミュレーションモデルの構造や初期状態を記述するための手段が用意されている。これは、ネットワーク構造

による記述手段やプログラミング言語のようなものが多い。これらをシミュレーションモデル記述手段または簡単にモデル記述手段と言う。

【0004】 このような手段によってシミュレーションモデルの構造と初期条件を記述し、これらを離散事象シミュレーション装置に入力してシミュレーションを開始する。シミュレーションを開始するに際しては、まず離散事象シミュレーション装置によって計算機内部にシミュレーションモデルの状態を記述する。この場合、計算機内部でのシミュレーションモデルの記述手段（これを内部記述手段と言う）と初期入力を書き込むためのモデル記述手段は異なるので、計算機内部に読み込む際にモデル記述手段から内部記述手段へ変換する。計算機内部に記述したシミュレーションモデルの状態はユーザには見えない。また、内部記述手段はユーザが理解できる記述ではない。

【0005】 一方、一旦シミュレーションが始まると離散事象シミュレーション装置が保持しているシミュレーションモデルの全情報は、初期入力に比べて遥かに膨大な量になる。これはシミュレーションモデル内を動き回るモデル要素一つ一つを表現したり、結果となる情報を収集しながらシミュレーションを行うからである。

【0006】 ところで、あるシステムのシミュレーションを行うとき、統計的結果やシステムの将来の状態

（姿）の予測を要求されることが多い。そのため、内部記述手段により記述されたシミュレーションモデルの状態の中から統計的結果に必要なものを抽出し出力する。

【0007】 また、システムの将来の姿を予測するためのシミュレーションならば、シミュレーションモデルの最終状態を出力する。シミュレーションが終了した時点ではシミュレーションモデルが内部記述手段で記述されている。ここで、ユーザが理解できる記述手段に変換後、出力（画面に表示またはファイルに保存）することになる。つまり、内部記述手段からユーザが理解できる記述手段に変換する必要がある。変換した後のシミュレーションモデルの最終状態を示すことでシステムの将来の予測を示すことになる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 前述したように従来の離散事象シミュレーション装置では、シミュレーションモデルの表現に関してユーザが理解できるモデル記述手段と計算機内部での内部記述手段とが異なっている。

【0009】 ところで、長く大規模なシミュレーションをするとき、シミュレーションを途中で一度止めて再スタートしたいことがある。シミュレーションを止めて途切れることなく、再スタートするためには止めた時点でのシミュレーションモデルの状態の全データを保存しなければならない。また、シミュレーションを止めるときはシミュレーションが進行している途中なので、シミュレーションモデルの状態は内部記述手段で表されてい

る。それはシミュレーションを再スタートするときの入力方法と異なる。シミュレーションを止めるとき、シミュレーションモデルの記述手段を内部記述手段からモデル記述手段に変換しなければならない。

【0010】しかし、この記述手段の変換によってシミュレーションモデルの状態は必ず歪められる。また、一旦シミュレーションが始まると内部に持っているデータの量は初期入力データに比べて膨大な量になっている。モデル記述手段は初期条件を簡易に入力できることを目的にしているが、途中の膨大なデータを詳細に記述することには適していない。

【0011】これはシミュレーションスタート時にユーザが詳細にシミュレーションモデルの初期条件を明記できるようになっていないことにある。従来の離散事象シミュレーション装置がこのように設計されているのは、確率事象を伴うシステムの定常状態についての結果を得るためのシミュレーションならば、シミュレーションモデルの初期状態に関して細かに設定することは重要ではない。何故なら、モデルの定常状態を得るだけ十分に長い期間のシミュレーションを行えば初期状態の影響が小さくなるからである。

【0012】しかし、確率事象の伴わないシステムのシミュレーションや過去にあった事例のシミュレーションのようなシミュレーションを行うときはシミュレーションモデルの初期状態を詳細に入力できることは重要である。

【0013】また、シミュレーションを中断、再スタートするとき、シミュレーションモデルの状態を内部記述手段そのまま保存すれば変換を伴わず状態を歪めることなく保存できる。しかしながら、そのとき内部記述手段で記述されたシミュレーションモデルを読み込む入力手段も持たなければならない。このため、入力手段を二つ持つことになり冗長である。また、内部記述手段は計算機向けの方法なので、ユーザがシミュレーションモデルの初期状態を詳細に与えたいときにこの記述手段で記述することは困難である。

【0014】本発明は、従来困難であったシミュレーションの中断、再スタートをシミュレーションを続けたのと同様に行うことができ、またシミュレーションを始めるときユーザが詳細にシミュレーションモデルの初期状態を与えることができる離散事象シミュレーション装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の目的を達成するため、シミュレーション開始時外部記憶装置に保存されているシミュレーションモデルの状態をユーザの記述形式に従って読み込む状態入力手段と、この状態入力手段により読み込まれたシミュレーションモデルの状態を表すデータをその格納形式に従って格納し、且つ該データを管理すると共に、管理情報を更新する機能と検索情

報を管理する機能とを有するデータベース装置と、事象駆動に際して前記データベース装置からシミュレーションモデルについて必要な情報を読み取る状態読み取り手段と、前記状態読み取り手段を用いて前記データベース装置から読み取られた事象リストの中の最も時刻の早い事象に対応する適当な事象ルーチンを選択し、それを実行する事象駆動手段と、この事象駆動手段で実行された事象が取込まれると前記データベース装置に指令を与えて管理情報の更新機能および検索情報の管理機能によりシミュレーションモデルの状態の記述を書換える状態書き換え手段と、シミュレーション終了時またはシミュレーション実行途中で中断事象が判定されると前記データベース装置からシミュレーションモデルに関する全データまたは一部のデータを読み出して前記外部記憶装置に保存する状態出力手段とを備えたものである。

【0016】

【作用】このような構成の離散事象シミュレーション装置にあっては、シミュレーション開始時に状態入力手段を用いて外部記憶装置からデータベース装置にユーザの定めた記述形式で記述されたシミュレーションモデルがその格納形式に従って格納されるので、データベース装置内部でのシミュレーションモデルの状態を保持するための記述手段はユーザが定めた形式そのものとなる。

【0017】また、状態読み取り手段を用いてデータベース装置より事象リストが取込まれると、事象駆動手段により最も早く生じる離散事象を選択すると共に、適当な事象ルーチンを選択し、状態書き換え手段により事象ルーチンの内容に従ってデータベース装置の管理情報の更新機能および検索情報の管理機能によりシミュレーションモデルの状態の記述が書き換えられる。

【0018】さらに、シミュレーション実行途中で中断事象のあることが判定されると、状態出力手段によりシミュレーションモデルの全状態がデータベース装置の形式で出力されて外部記憶装置に保存されるので、中断後再び状態入力手段によりそのシミュレーションモデルの状態を入力することにより、連続してシミュレーションしていたのと同様にシミュレーションを再開することができる。この場合、ユーザが定めたシミュレーションモデル記述方法そのものをデータ装置内部で扱うので、ユーザはデータベース装置にデータを与えるときと同様に容易にしかも詳細にシミュレーションモデルの初期状態を入力することができる。

【0019】

【実施例】以下本発明の一実施例を図面を参照して説明する。図1は本発明による離散事象シミュレーション装置の基本的な構成例を示すものである。図1において、データベース装置1は図示しない例えば計算機の外部記憶装置（ディスク）に保存されているファイルを取込んで、これをシミュレーションモデルの状態として格納するもので、シミュレーションモデルの記述は本離散事象

シミュレーション装置の形式に従い、またその格納形式はデータベース装置の形式に従うものとする。また、データベース装置 1 に格納されているシミュレーションモデルの状態には、将来生じる事象を表す事象リストとシミュレーション結果の統計情報も含まれる。このデータベース装置 1 の詳細については後述することにする。

【0020】状態読取手段 2 は、データベース装置 1 からシミュレーションモデルについて必要な情報を取出すものである。状態書換手段 3 は、データベース装置 1 に記述されているシミュレーションモデルのデータ変更、検索、登録等を行うときにシミュレーションモデルの状態を書換えるものである。

【0021】事象駆動手段 4 は、状態読取手段 2 を用いてデータベース装置 1 から事象リストを読み取り、事象リスト中の最も時刻の早い事象に対応する適当な事象ルーチン 7 を選択し、それを実行すると共に、状態書換手段 3 を用いてその事象を事象リストから削除するもので、これを事象の駆動と言う。

【0022】状態入力手段 5 および状態出力手段 6 は、事象駆動手段 4 によって駆動された事象を図示しない計算機の外部記憶装置のシミュレーションモデルへ入出力を行う場合、そのデータの入出力を行うものである。状態入力手段 5 はシミュレーション開始時またはシミュレーション実行途中に、上記外部記憶装置からシミュレーションモデルの記述データをユーザの記述形式に従って読み込み、データベース装置 1 に格納する。状態出力手段 6 はシミュレーションモデルの情報をシミュレーション終了時またはシミュレーション実行途中にデータベース装置 1 からシミュレーションモデルに関するデータ全部または一部を読み出して上記外部記憶装置に出力し、保存する。

【0023】ここで、データベース装置 1 の基本的な構成例の図 2 について図 2 を参照して説明する。データベース装置 1 は、図 2 に示すように複数のワードの順序列をラインとして、複数のラインを複数の条件に合致する複数の表に対して個別に選択的に登録、削除すると共に、ワードの内容に基づいてラインを検索するもので、入力手段 1 1、格納手段 1 2、表指定手段 1 3、管理手段 1 4、登録手段 1 5、ソート手段 1 6、検索手段 1 7、削除手段 1 8、出力手段 1 9 を備えている。

【0024】入力手段 1 1 は、複数のワードの順序列をラインとして入力する機能と、すでに登録済みのラインを、ワード内容またはラインの位置によって指定し、検索指令、削除指令、または変更指令を入力する機能を有する。

【0025】格納手段 1 2 は、各表に設定されたソート規則と各表に登録されたライン情報およびそのソート順情報を含む複数の表情報を格納する機能を有する。表指定手段 1 3 は、ラインと表の対応関係を示す予め設定された一定の登録条件を有し、入力手段 1 1 によるライン

の入力にตอบสนองして、入力されたラインのワードの内容と登録条件に基づき、そのラインに登録する複数の表を指定する機能と、入力手段 1 1 による登録済みのラインの検索指令、削除指令、または変更指令の入力にตอบสนองして、指定されたラインのワードの内容と登録条件に基づき、そのラインに登録された複数の表を指定する機能を有する。

【0026】管理手段 1 4 は、格納手段 1 2 に格納された複数の表情報を管理し、表指定手段 1 3 によって指定された複数の表情報を提供する機能と、登録手段 1 5 およびソート手段 1 6 による登録情報と、削除手段 1 8 による削除情報によって管理情報を更新する機能と、検索手段 1 7 による検索情報を管理する機能を有する。

【0027】一般的には管理手段 1 4 に表作成手段 2 0 を有しており、この表作成手段 2 0 は表指定手段 1 3 によって指定された表が格納手段内に存在していない場合に、指定された表に合致する新たな表を作成する機能を有する。

【0028】登録手段 1 5 は、入力手段 1 1 によるラインの入力にตอบสนองして、表指定手段 1 3 によって指定された複数の表情報を管理手段 1 4 から受取り、各表に入力手段 1 1 によって入力されたラインをそれぞれ登録する機能を有する。

【0029】ソート手段 1 6 は、登録手段 1 5 によって複数の表に登録されたラインを、各表に設定されたソート規則によって特定される位置のワードの内容に基づいて表の上にソートする機能を有する。

【0030】検索手段 1 7 は、入力手段 1 1 による登録済みのラインの検索指令、削除指令、または変更指令の入力にตอบสนองして、表指定手段 1 3 によって指定された複数の表情報を管理手段 1 4 から受取り、各表の上でソート手段 1 6 によってソートされた順序に基づき、入力手段 1 1 によって指定された登録済みのラインをそれぞれ検索する機能を有する。

【0031】削除手段 1 8 は、入力手段 1 1 による登録済みのラインの削除指令または変更指令の入力にตอบสนองして、検索手段 1 7 によって検索された複数の表情報を受取り、各表の上で検索されたラインを削除する機能を有する。

【0032】出力手段 1 9 は、管理手段 1 4 による管理情報を出力する機能を有する。次にシミュレーションを開始する時の図 1 に示す各手段の処理機能とこれに関連する図 2 に示すデータベース装置 1 の各手段の処理機能について述べる。

【0033】シミュレーションを開始するには、まず図示しない計算機の外部記憶装置に保存されているファイルからシミュレーションモデルの状態を読み込んでデータベース装置 1 に格納する必要があるが、このファイルの読み込みは状態入力手段 5 によって行われる。

【0034】この状態入力手段 5 は指定ファイルを読み込

むとき、図2のデータベース装置1の手段により次のようにして行われる。

(1) 入力手段11により外部記憶装置に保存されているファイルの中のラインを入力する。

(2) 登録手段15によりラインを登録する。

(3) ソート手段16により登録条件に従ってソートし、格納する。

(4) 管理手段14により表、ライン管理情報を更新する。

【0035】シミュレーションモデルの状態記述には離散事象も含まれる。事象駆動手段4はこの事象リスト内の最も早い事象を駆動する。この事象駆動手段4は次のように機能する。

(1) 状態読取手段2により最も早く起きる事象のデータをデータベース装置1から読取る。

(2) 状態書換手段3によりそのデータをデータベース装置1から削除する。

(3) その事象に対応する事象ルーチン7を駆動する。

【0036】ここで、(1)において、状態読取手段2はデータベース装置1の手段から次のようになる。

(1-1) 表指定手段13により事象リストに対応する表を指定する。

(1-2) 管理手段14により表管理情報を得る。

(1-3) 検索手段17により指定した表を検索する。

(1-4) 検索手段17により生起時刻の最も早い事象のラインを検索する。

(1-5) 出力手段19により最も早く起きる事象のデータを返す。

【0037】また、(2)において、状態書換手段3はデータベース装置1の手段により次のようになる。

(2-1) 検索済みである最も早い事象のラインを削除手段18により削除する。

(2-2) 管理手段14により表、ライン管理情報を更新する。

【0038】一般的に状態読取手段2は、事象駆動手段4、事象ルーチン7が何かデータを必要とするとき機能し、そのとき事象駆動手段4、事象ルーチン7は必要とするデータを指定して状態読取手段2を起動する。

(1) 表指定手段13により指定データの表を管理する。

(2) 管理手段14により表管理情報を得る。

(3) 検索手段17により表またはラインを検索する。

(4) 出力手段19によりデータを返す。

【0039】一般に状態書換手段3は、データベース装置1の表、ラインに変更、登録、削除のような書換を行うときの手段である。これは事象ルーチン7によって主に起動されるが、事象駆動手段12によっても起動する。すなわち、事象ルーチン7は、その事象ルーチンに対応する事象が生起したときのシミュレーションモデルの変化のしかたを表したものであるからである。事象ル

ーチン7はデータベース装置1内にあるシミュレーションモデルの状態記述に変更を加える手続きからなる。状態書換手段3は次のようにデータベース装置1の手段により機能する。

(1) 表指定手段13により書換えるデータに関する表を指定する。

(2) 管理手段14により表、ライン管理情報を得る。登録の際、表がない場合には表を作成する。

(3) 検索手段17により表、ラインを検索する。

(4) 登録、削除、変更を行う。

(5) 管理手段14により表、ライン管理情報を更新する。

【0040】シミュレーションモデルの状態記述の入力、出力は、シミュレーション実行途中でも可能である。この場合、入力、出力を行う事象ルーチンを用意すればよい。例えば、極端な例としてシミュレーション開始時にシミュレーションモデルを入力として与えるが、その内容として事象リストのみでもよい。ただし、事象リストの最も早く起こる事象としてシミュレーションに関する全情報を持つファイルを入力する事象を用意しておく。すると、シミュレーションが始まった瞬間には、事象リストしかないシミュレーションモデルであるが、次の瞬間にはシミュレーションモデルの全情報が本離散事象シミュレーション装置に入力される。

【0041】シミュレーションモデルの状態記述のうち、一部または全部を本離散事象シミュレーション装置より出力したいとき状態出力手段6が起動する。この場合、出力の形式(ファイル名、ファイルフォーマット)がシミュレーションモデルの中に記述されていても構わない。本離散事象シミュレーション装置でシミュレーションを行うときに関わるすべてのデータ(条件等)がシミュレーションモデルの状態記述とみなされる。この状態出力手段6は次のように機能する。

(1) 状態読取手段5により出力形式の指定があれば読取る。

(2) 出力するデータの表またはラインを指定して検索し、出力手段19によりデータを返す。

(3) 返ってきたデータを指定されている出力形式に従って図示しない計算機の外部記憶装置に出力する。この場合、画面表示装置に出力することもある。

【0042】次に上記のような構成の離散事象シミュレーション装置の作用について述べるに、ここでは前述したデータベース装置によってシミュレーションが具体的にどのように実現されるかを詳細に説明する。

【0043】説明に用いる具体的な離散事象シミュレーションの事例を図3に示す。窓口1つ列1つの待ち行列をシミュレーションする。例えば窓口が1つしかないような小さな郵便局のモデルに相当する。郵便局内に相当する部分を待ち行列と呼び、待ち行列は窓口と列からなる。

【0044】まず、この待ち行列について説明する。この中の客の動きは以下になる。客は待ち行列の外からやって来て到着する。もし窓口でサービスを受けている客がいなければすぐさま窓口でサービスが始まる。もし既に窓口でサービスを受けている客がいるならば窓口が空くまで待つ。待っている客が複数いるならば、待ち行列に到着した順序で列をなして待つ。窓口にいる客のサービスが終了すると客は待ち行列から退去する。そのとき列で待っている客がいるならば、列の先頭の客が窓口に入ってサービスを受け始める。窓口では一度に1人の客しかサービスできないものとする。

【0045】図3で示しているようにシミュレーションモデルの範囲は客の到着する前からサービス終了後去ったところまでである。各客の状態と各客に関する情報によってモデルの状態を表すことにする。

【0046】図4は客の状態を示したもので、その状態としては4種類ある。この4種類について挙げると、客が待ち行列に到着する前の状態 COMING IN、客が列で待っている状態 IN LINE、客が窓口でサービスを受けている状態 BEING SERVED、サービスが終了し窓口から退去した状態 GONE AWAYである。図5は図3に対応させて描いた図である。

【0047】シミュレーションモデルの状態を変化させる事象をいくつにしてシミュレーションを行うかはモデルの考え方に依存する。ここでは図6に示すように2つの事象でシミュレーションを行う。図6は2つの事象（到着事象、退去事象）を示している。

【0048】到着事象ARは、COMING IN の状態にある客を待ち行列に到着させる。窓口が空いていればその客を窓口に入れてBEING SERVEDにする。窓口でサービス中の客がいるならば待つ。他にも待っている客がいるならば、待ち行列に到着した順序で列をなして待つ。

【0049】退去事象LVは、BEING SERVEDである客を待ち行列から退去させてGONE AWAY にする。すると、窓口が空くので、列で客を待っているならば列の先頭の客を窓口に入れる。その客の状態をIN LINE からBEING SERVEDに変える。

【0050】到着事象も退去事象も客を窓口に入れたら、その客が退去する事象を事象リストに登録する。ここで、この実施例でのデータベース装置におけるデータの取扱いについて図7を参照して説明する。データベース装置は以下で説明する表をたくさん管理して扱うものである。表はあらかじめ設定された登録条件を満たすラインの集まりで、ある条件でソートされている。データベース装置内ではラインをデータ単位としている。ライン1つは3つのワードの順序対である。1つのワードは、1. 整数の対か、2. 文字列整数の対か、3. 文字列の対か、4. 浮動小数点である。

【0051】図8に1つの表の例を示す。これは中央のワードがTRACE TRACE であるという登録条件でラインを

集め、左のワードをソートキーにしてラインをソートした表である。この表は5つのラインからなり、各ラインは3つのワードの順序対からなる。図7にはワードの例として[整数] [整数]と[文字列] [整数]と[文字列] [文字列]の例が現れている。図9に浮動小数点数のワードの例がある。

【0052】このデータベース装置では図8のような表がたくさん管理し扱うが、この場合データ単位であるラインと登録する表とを対応付ける登録条件を予め設定しておくことにより、ラインの内容によって自動的に登録すべき表が指定され、表とラインの管理が簡単にデータベース使用開始時に想定されていなかった使い方が生じても柔軟に能率的にデータ管理できる。

【0053】シミュレーションモデルの状態として、各客の状態と統計情報と将来生起する事象リストを記述してシミュレーションする。統計情報としてここでは各客の追跡情報と客の待ち行列での平均滞在時間を取ることにする。これは各客が待ち行列に何時来ていつ去ったかの記録と、滞在時間の平均である。

【0054】図10は事象リストの記述例を示したものである。左のワードに事象の生起時刻sec 800 があり、中央のワードFUTURE EVENTはこのラインが将来生起する事象について表すことを示し、右のワードAR 0で生起する事象が客の到着であることを示している。ここではARの右の0 は意味を持っていない。

【0055】図11は客に関して記述する2種類のラインを示し、客の状態と客の追跡情報を表すラインである。1. では客1について表していて、現状態は列で待っていて、サービス時間は400 持っている。2. は客2の追跡情報を表している。中央のワードTRACE TRACE はこのラインが追跡情報を表すことを示している。右のワード\$40 1500で待ち行列に到着した時刻、退去した時刻を記録する。まだ到着していないときや、まだ退去していないときは負の数が記録されている。

【0056】図9は平均滞在時間を表すラインを示している。中央のワードMEAN RESPONSEはこのラインが平均滞在時間について表すことを示す。左ワードの右の整数2は窓口を退去した（サービスの終了した）客の数である。左ワードの左の整数1060はそれらの客の待ち行列滞在時間の合計である。右のワードの浮動小数点数330.0 は客の平均滞在時間（1060/2）を表す。

【0057】これまで述べてきた記述規則に従ってシミュレーションモデルの初期状態を表す。各客の到着時刻とサービス時間を図12に示した。データベース装置に与える初期状態は図13になる。各客の到着時刻をもとに事象リストが作られている。各客の初期状態はCOMING IN であり、同じラインにサービス時間が書かれている。各客の追跡情報のラインは、シミュレーションスタート時には結果がないので、負の数を入れておく。待ち行列での平均滞在時間を表すラインの数値は0 にセット

する。

【0058】本実施例にはないが、入出力や客に優先順位があるシミュレーションならば、それらをデータベースのラインとして記述すればよい。このシミュレーションモデルは事象が生起する毎にどのように変化するかを時間の流れに沿って表すと、各客の動きは図14に示すようになる。

【0059】次に離散事象シミュレーション装置に図13に示すような初期状態を与えたときの動作について述べる。図1において、シミュレーション開始により状態入力手段5が働くと、図13に示す初期状態を図示しない計算機の外部記憶装置から読み込み、そのデータを事象リストを管理しているデータベース装置1に書込む。次に状態読取手段2はシミュレーションモデルの全部または一部の状態をデータベース装置1から読取る。この場合、全部を指定すると全状態データを読取り、ワードとワードの位置（左、中央、右）の指定や複数のワードのうちソート順序の早い方から何番目か等を指定することにより検索する。

【0060】状態読取手段2は、このような検索により該当したラインを読取る。この場合、図2に示すデータベース装置1のライン検索手段17を用いてラインを検索することができる。

【0061】状態書換手段3は、シミュレーションモデルの状態を変えるときに機能させ、データベース装置1の指定されたラインの一部または全部のワードの内容を変更したり、指定されたラインを削除したり、新たに3つのワードを組合わせて新しいラインを登録する。この場合、データベース装置1のライン登録手段15、削除手段18、変更手段を用いてラインの内容を変更し、シミュレーションモデルの状態を書換える。

【0062】ここで、客1の追跡情報に過去時刻1200を書くときを考える。これを表すラインはCustomer 1 TRACE TRACE 800 -1である。変更手段によって右のワード800-1を800 1200に変更する。また、新しい事象リストsec 1700 FUTURE EVENT LV 0を加えるような状態書換を行うとき、ライン登録手段を用いる。

【0063】次に事象駆動手段4の機能について図15に示すフローチャートを参照しながら説明する。まず、状態読取手段2によって事象リストを中央のワードがFUTUREEVENTであるラインを検索することで得る。そして、事象リストの内時刻が最も早い事象を選択し、その事象を駆動する。図13に示すシミュレーションモデルの初期状態では時刻800に到着事象ARであり、この事象ARに対応する事象ルーチン7を実行する。ここで、到着事象の事象ルーチンと過去事象の事象ルーチンの流れを図16および図17に示す。シミュレーションモデルの状態に事象ルーチンによる書換を加え、駆動した事象（初期状態ではAR）を表すラインを事象リストから削除する。

【0064】ここで、到着事象のルーチンを説明するために初期状態で時刻の最も早い事象、到着事象を駆動する例について述べる。まず、状態読取手段2によって、中央のワードがCOMING INであるラインを検索し、その中で客番号の一番小さいラインを選択する。ここでは、customer 1 COMING IN serv 400である。この場合、客1が到着する客である。次にサービス中の客の存在を調べるため、中央のワードがBEING SERVEDであるラインを検索する。検索した結果、サービス中の客が存在すれば、到着させる客のラインの中央のワードをIN LINEに変える。この初期状態ではサービス中の客が存在しない。この場合、客1のラインの中央のワードをBEING SERVEDに変える。客1が窓口に入ったので窓口を退去する時刻が決まる。退去する時刻=入った時刻+サービス時間、つまり時刻1200(=800+400)に退去する。時刻1200に退去事象が生起することを示すラインを事象リストに登録する。さらに、客1の追跡情報を記録したラインを検索する。左のワードがcustomer1、中央のワードがTRACE TRACEであるラインを検索する。そのラインの右のワード-1 -1を800 -1に変える。

【0065】時刻800の到着事象の駆動を終えるとシミュレーションモデルの状態は図18に示すようになる。次にシミュレーションを中断するときの離散事象シミュレーション装置の作用について述べる。前述で加えた客1の時刻1200の退去事象を駆動直後でシミュレーションを中断するものとする。この場合、時刻1200の退去事象の直後にシミュレーションを中断する事象を登録しておけばシミュレーションを中断できる。

【0066】図1の状態出力手段6によってデータベース装置1からシミュレーションモデルの現状態を図示しない計算機の外部記憶装置に出力し保持する。図18は時刻1200直後での状態を示している。この場合、シミュレーションモデルの状態として事象リスト、各客の状態、各客の追跡情報、平均滞在時間を出力する。また、出力するに当たってはデータベース装置1に記録されている通りにその形式でシミュレーションモデルの全状態を出力するので、シミュレーションを再スタートするときには状態入力手段5によってこれをそのまま離散事象シミュレーション装置に入力するだけである。

【0067】図19の状態からシミュレーションの事象を1つ駆動すると、図20に示すような結果となり、中断してもシミュレーションが続けて行えることが分かる。シミュレーションの駆動を1つ駆動するには、図19を読込んでデータベース装置1にシミュレーションモデルの状態を書込む。離散事象シミュレーション装置は、シミュレーションを開始する。つまり、事象駆動手段4を実行する。ここでも最も時刻の早い事象を選択し、事象ルーチンを実行する。そしてルーチンの実行後駆動した事象を事象リストから削除する。

【0068】次に図20の状態で時刻1500の過去事象を

実行することによって過去事象の事象ルーチンを説明する。まず、状態読取手段2によって中央のワードがBEING SERVEDであるラインを検索する。図20の状態ではcustomer 2 BEING SERVED serv300である。そのラインの中央のワードを状態書換手段6によってGONE AWAY に変える。退去した客の番号を用いてその客の追跡情報ラインを検索する。左のワードがcustomer 2、中央がTRACE TRACE であるラインを検索し、そのラインの右のワードの右の整数を現時刻1500に変える。840 -1から840 1500に変える。次に状態読取手段によって平均滞在時間を表すラインを中央のワードMEAN RESPONSEで検索し、状態書換手段6によってその左のワードの左の整数（総滞在時間）と右の整数（退去客数）を変える。ここでは客2が時刻840 に到着し、時刻1500に退去し、滞在時間は660 (=1500-840) である。その左のワードは1060 2 (400+660/1) になる。右の平均時間帯を表すワードを530.0 (=1060/2) にする。列に並んで窓口が空くのを待っている客がいたら、列の先頭の客を窓口に入れる。状態読取手段2によってワードIN LINE を中央に持つラインを検索する。そのラインがなければ過去事象ルーチンは終わる。図19の事例では該当するラインは2つある。番号の小さいラインを選択し、そのラインの中央のワードをIN LINE からBEING SERVEDに変える。ここでは客3のラインを選択し、ラインを変更する。客がサービスに入るので窓口を退去する時刻が決まる。退去する時刻=入った時刻-サービス時間（ここでは時刻1200 (=800+400) に退去する。時刻1200に退去時刻（ここでは時刻1200）に退去事象が生起することを示すラインを事象リストに登録する。

【0069】この事例ではシミュレーションは事例リスト内に事象がなくなったときに終了する。事象リストすべてを駆動し終わったシミュレーションモデルの状態を図21に示す。

【0070】時刻1200直後中断させた図19に新たな客を加えるようなシミュレーションモデルに手を加えるのは非常に容易である。例えば、客6が時刻3000に到着し、サービス時間500 持っているとき、図22に示すデータに加えて図23の状態からシミュレーションを再開すると客6の加わったシミュレーションが行える。

【0071】このように上記実施例から明らかなように、ユーザがシミュレーションモデルの全状態をユーザが定めたシミュレーションモデルの記述形式でデータベース装置1の形式に従って与えるようにしているので、データベース装置1にそのまま格納されシミュレーションを実行することができる。

【0072】また、データベース装置1は、登録するラインの内容によって自動的にラインと表の対応を指定するので、シミュレーション開始時に存在しなかった状態記述データが現れても柔軟にデータを出力できる。

【0073】さらに、シミュレーションが中断するとき

にはデータベース装置1の形式でシミュレーションモデルの状態を出力し保持されるので、再びその出力を入力として与えることによりシミュレーションを再スタートできる。

【0074】なお、上記実施例ではデータベース装置1とのデータのやり取りを電子計算機の外部記憶装置との間で行う場合について述べたが、外部記憶装置としては例えばフロッピーディスク、ハードディスク、RAMメモリ、パンチカード等データの入出力のできるものであれば何ずれの記憶媒体であってもよい。

【0075】

【発明の効果】以上説明したように本発明においては、従来困難であったシミュレーションの中断、再スタートをシミュレーションを続けたのと同様に行うことができ、またシミュレーションを始めるときユーザが詳細にシミュレーションモデルの初期状態を与えることができる離散事象シミュレーション装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による離散事象シミュレーション装置の一実施例を示す構成図。

【図2】同実施例で用いられるデータベース装置内の構成を説明するための概念図。

【図3】同実施例装置によってシミュレーションを行う場合の一例を示すモデル図。

【図4】同例における客の全状態を説明するための図。

【図5】図2に図3で説明した4つの状態を対応させた図。

【図6】同例のモデルにシミュレーションする際に駆動される2つの事象の説明図。

【図7】同例において使用するデータベース装置の構成を説明するための図。

【図8】図7のある一つの例を示す図。

【図9】平均滞在時間を記録するラインを説明するための図。

【図10】将来生起する事象を表すラインを説明するための図。

【図11】1人の客に関するラインの記述例を示す図。

【図12】各客の到着時刻、サービス時間を示す図。

【図13】同例におけるシミュレーションモデルの初期状態を示す図。

【図14】同例におけるシミュレーションモデルの初めから終わりまでの振舞いを事象毎に示す図。

【図15】本発明における離散事象シミュレーション装置の事象駆動手順を示すフローチャート。

【図16】同じく到着事象の事象ルーチンを示すフローチャート。

【図17】同じく退去事象の事象ルーチンを示すフローチャート。

【図18】図13に示す初期状態において初めの一事象を駆動直後のシミュレーションモデルの状態を示す図。

【図 1 9】時刻1200の退去事象の駆動直後で中断し、シミュレーションモデルの出力状態を示す図。

【図 2 0】シミュレーションをシミュレーションモデルの状態から展開し、時刻1500の退去事象の駆動直後の状態を示す図。

【図 2 1】本例のシミュレーションを終了したときのシミュレーションモデルの状態を示す図。

【図 2 2】時刻1200で中断した図9に客 6 人目を加えるような変更を行うときの必要なデータを示す図。

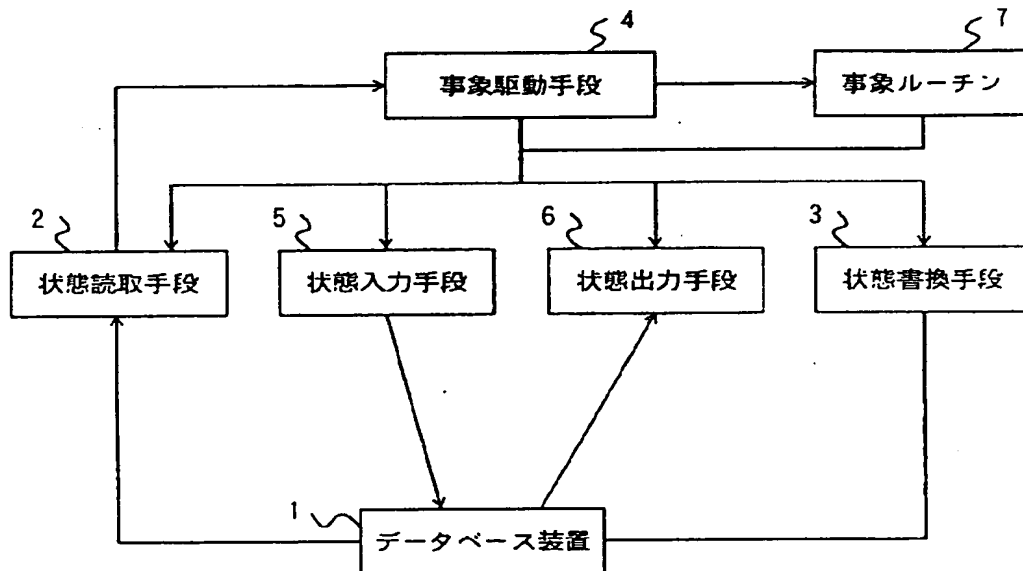
【図 2 3】図 1 9 に 6 人目の客を加えたときのシミュレ

ーションモデルの状態図。

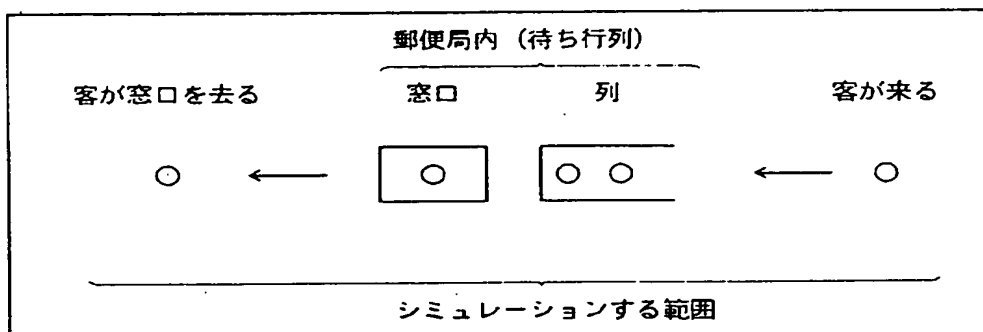
【符号の説明】

1 ……データベース装置、2 ……状態読取装置、3 ……状態書換装置、4 ……事象駆動手段、5 ……状態入力手段、6 ……状態出力手段、7 ……事象ルーチン、11 ……入力手段、12 ……格納手段、13 ……表指定手段、14 ……管理手段、15 ……登録手段、16 ……ソート手段、17 ……検索手段、18 ……削除手段、19 ……出力手段、20 ……表作成手段。

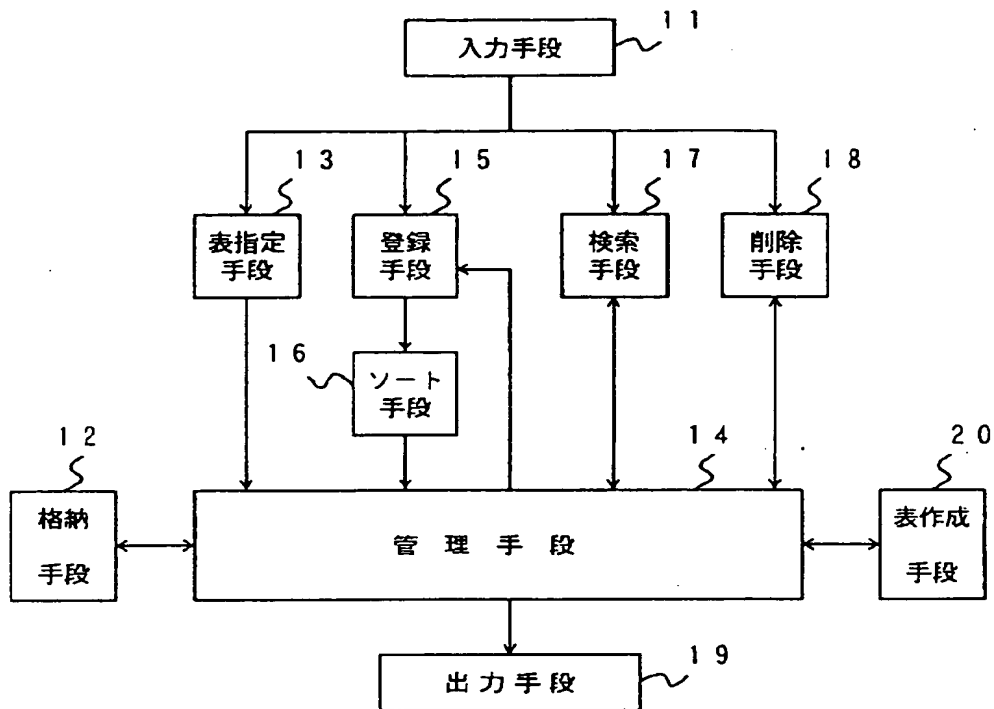
【図 1】



【図 3】



【図 2】

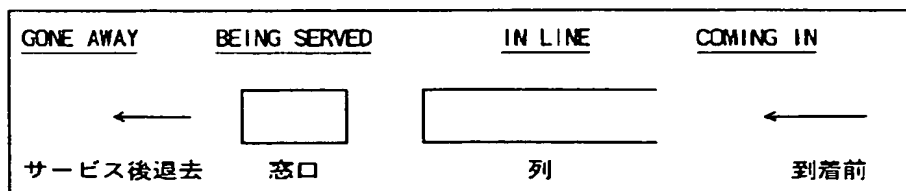


【図 4】

客の状態

	状態を表わす記号	意 味
1	COMING IN	待ち行列に到着する前。まだ待ち行列にきていない。
2	IN LINE	列で窓口があくのを待っている。
3	BEING SERVED	窓口でサービスを受けている。
4	GONE AWAY	待ち行列を去った。

【図 5】



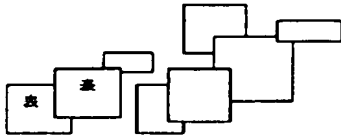
【図6】

事象（システムの状態を変える出来事）

	記号	イベントが行なう基本的なこと	客の状態変化
到着事象	A R	<ul style="list-style-type: none"> ・到着前にある客を、待ち行列に到着させる。 ・窓口がサービス中でなければ、その客を窓口に入れてサービス中にする。すでに窓口客がいるときは、列をなして待つ。 	COMING IN if a custome is being served → IN LINE else → BEING SERVED
退去事象	L V	<ul style="list-style-type: none"> ・窓口でサービスを受けている客を待ち行列から、去らせる。そのとき、列に待っている客がいれば列の先頭の客を窓口に入れる。 	BEING SERVED → GONE AWAY if a custome in line IN LINE → BEING SERVED

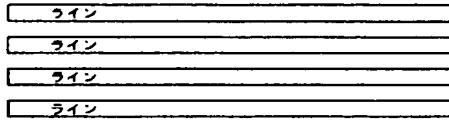
【図7】

データベース

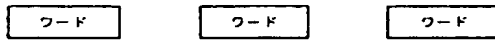


多数の表の集り

表



ライン

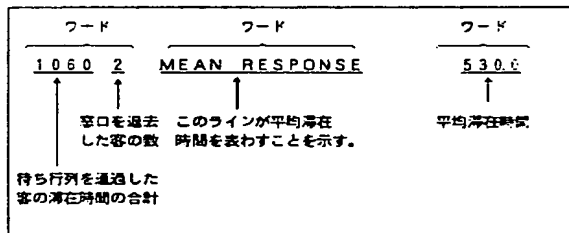


ワード

- ワードは、①②③④のいずれかの形をしている。
- ① 登録 登録
 - ② 文字列 登録
 - ③ 文字列 文字列
 - ④ 浮動小数点数

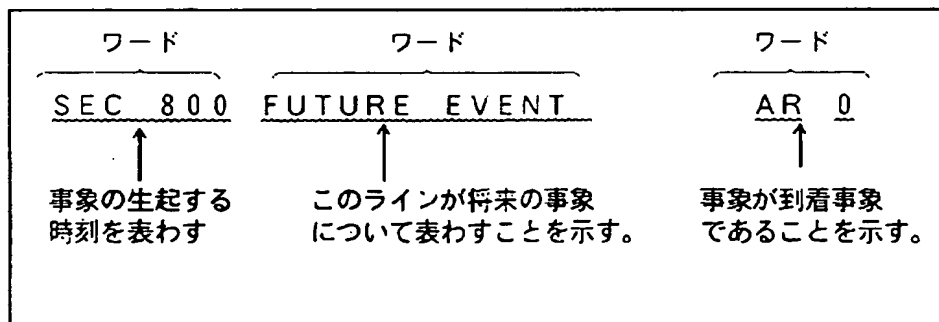
【図9】

平均滞在時間を表わすライン



【図10】

将来生起する事象を表わすライン



【図8】

表とラインとワードの例
全体で表を示す

customer 1	TRACE	TRACE	800	1200
customer 2	TRACE	TRACE	840	1500
customer 3	TRACE	TRACE	930	-1
customer 4	TRACE	TRACE	1000	-1
customer 5	TRACE	TRACE	-1	-1

【図12】

客席	到着時刻	サービス時間
1	800	400
2	840	300
3	930	200
4	1000	300
5	2800	250

【図21】

シミュレーション終了時

customer 1	GONE AWAY	serv 400
customer 2	GONE AWAY	serv 300
customer 3	GONE AWAY	serv 200
customer 4	GONE AWAY	serv 300
customer 5	GONE AWAY	serv 250
customer 1	TRACE TRACE	800 1200
customer 2	TRACE TRACE	840 1500
customer 3	TRACE TRACE	930 1700
customer 4	TRACE TRACE	1000 2000
customer 5	TRACE TRACE	2800 3050
3080 5	MEAN RESPONSE	616.0

【図11】

◎客についてのライン

1. 客の状態とサービス時間		
customer 1	IN LINE	serv 400
客1が	列で待っていて	サービス時間400
2. 客の追跡情報		
customer 2	TRACE TRACE	840 1500
客2の	追跡情報は	待ち行列にまだ来てないとき まだ去ってないときは負数を セット
		待ち行列に時刻840 にやって来て 時刻1500に去った

【図13】

初期状態		
sec 800	FUTURE EVENT	AR 0
sec 840	FUTURE EVENT	AR 0
sec 930	FUTURE EVENT	AR 0
sec 1000	FUTURE EVENT	AR 0
sec 2800	FUTURE EVENT	AR 0
客の状態		
customer 1	COMING IN	serv 400
customer 2	COMING IN	serv 300
customer 3	COMING IN	serv 200
customer 4	COMING IN	serv 300
customer 5	COMING IN	serv 250
客の追跡情報		
customer 1	TRACE TRACE	-1 -1
customer 2	TRACE TRACE	-1 -1
customer 3	TRACE TRACE	-1 -1
customer 4	TRACE TRACE	-1 -1
customer 5	TRACE TRACE	-1 -1
0 0	MEAN RESPONSE	0.0
待ち行列平均滞在時間		

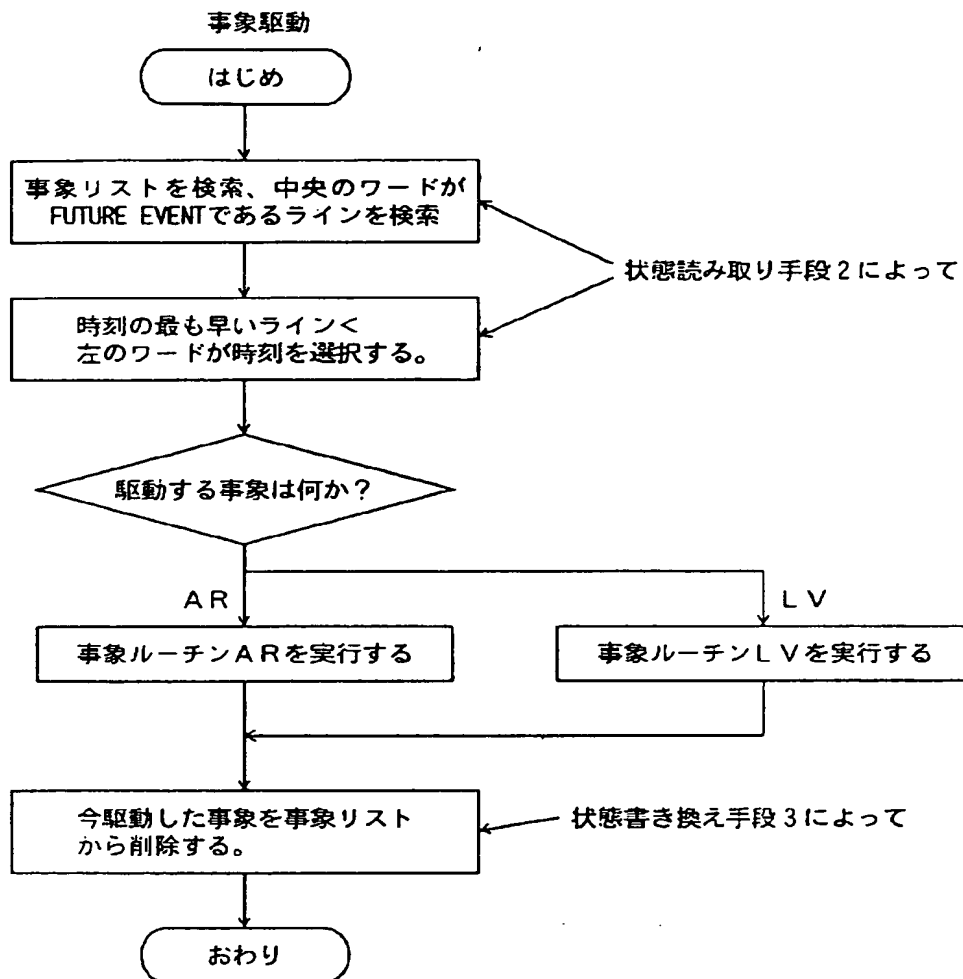
【図14】

No.	時刻	ONE AWAY	窓口 BEING SERVED	列 IN LINE	COMING IN
		サービス終了 系を去った	サービス を受けている	列で待っている	到着予定
1	0		<input type="checkbox"/>		①②③④⑤
2	800後		①		②③④⑤
3	840後		①	②	③④⑤
4	930後		①	② ③	④⑤
5	1000後		①	② ③ ④	⑤
6	1200後	①	②	③ ④	⑤
7	1500後	①②	③	④	⑤
8	1700後	① ② ③	④		⑤
9	2000後	① ② ③ ④	<input type="checkbox"/>		⑤
10	2800後	① ② ③ ④	⑤		
11	3050後 (終了)	①②③④⑤	<input type="checkbox"/>		

【図22】

sec 3000	FUTURE EVENT	AR 0
customer 6	COMING IN	serv 500
customer 6	TRACE TRACE	-1 -1

【図 15】



【図 18】

時刻 800 後

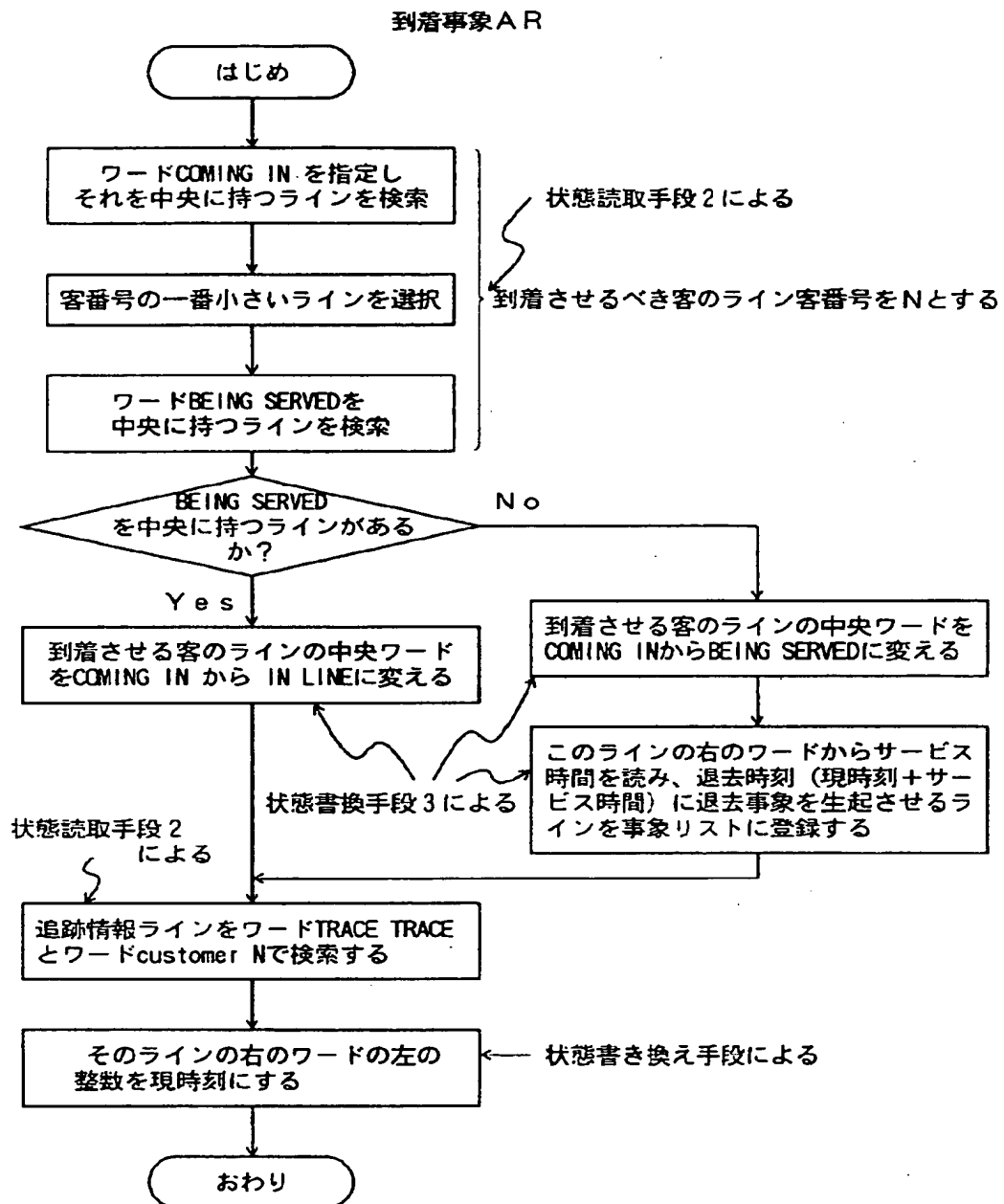
sec 840	FUTURE EVENT	AR 0
sec 930	FUTURE EVENT	AR 0
sec 1000	FUTURE EVENT	AR 0
sec 1200	FUTURE EVENT	LV 0
sec 2800	FUTURE EVENT	AR 0
customer 1	BEING SERVED	sec 400
customer 2	COMING IN	serv 300
customer 3	COMING IN	serv 200
customer 4	COMING IN	serv 300
customer 5	COMING IN	serv 250
customer 1	TRACE TRACE	800 -1
customer 2	TRACE TRACE	-1 -1
customer 3	TRACE TRACE	-1 -1
customer 4	TRACE TRACE	-1 -1
customer 5	TRACE TRACE	-1 -1
0 0	MEAN RESPONSE	0.0

【図 19】

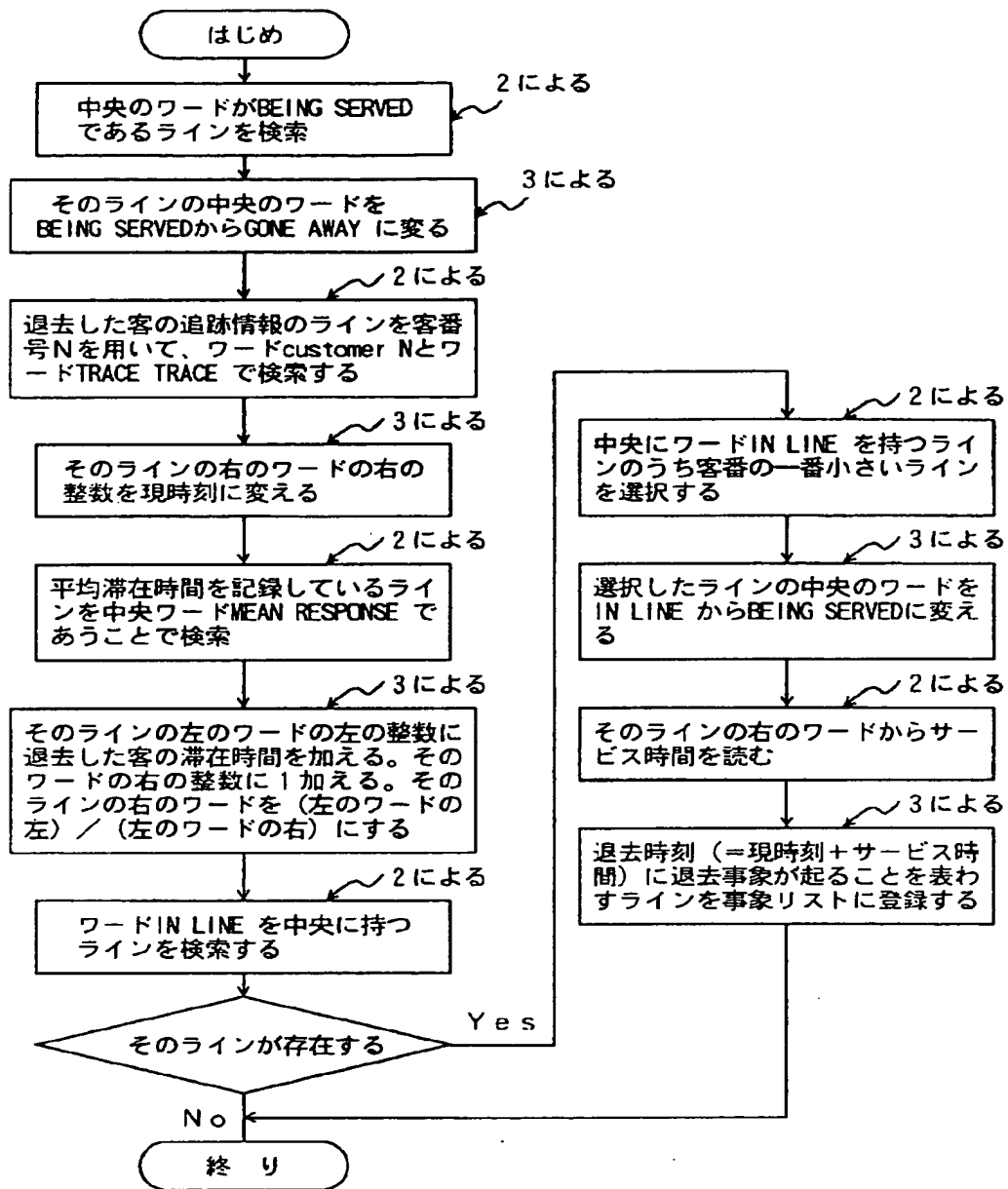
時刻 1200 後

sec 1500	FUTURE EVENT	LV 0	事象リスト
sec 2800	FUTURE EVENT	AR 0	
customer 1	GONE AWAY	serv 400	客の状況
customer 2	BEING SERVED	serv 300	
customer 3	IN LINE	serv 200	
customer 4	IN LINE	serv 300	
customer 5	COMING IN	serv 250	運行情報
customer 1	TRACE TRACE	800 1200	
customer 2	TRACE TRACE	840 -1	
customer 3	TRACE TRACE	930 -1	
customer 4	TRACE TRACE	1000 -1	
customer 5	TRACE TRACE	-1 -1	
400 1	MEAN RESPONSE	400.0	

【図16】



【図17】



【図20】

時刻1500後

sec 1700	FUTURE EVENT	LV 0	事象リスト
sec 2800	FUTURE EVENT	AR 0	
CUSTOMER 1	GONE AWAY	serv 400	客の状態
CUSTOMER 2	GONE AWAY	serv 300	
CUSTOMER 3	BEING SERVED	serv 200	
CUSTOMER 4	IN LINE	serv 300	
CUSTOMER 5	COMING IN	serv 250	
CUSTOMER 1	TRACE TRACE	800 1200	追跡情報
CUSTOMER 2	TRACE TRACE	840 1500	
CUSTOMER 3	TRACE TRACE	930 -1	
CUSTOMER 4	TRACE TRACE	1000 -1	
CUSTOMER 5	TRACE TRACE	-1 -1	
1060 2	MEAN RESPONSE	530.0	

【図23】

時刻1200後の状態に6人目の客を加えた状態

sec 1500	FUTURE EVENT	LV 0
sec 2800	FUTURE EVENT	AR 0
sec 3000	FUTURE EVENT	AR 0
CUSTOMER 1	GONE AWAY	serv 400
CUSTOMER 2	BEING SERVED	serv 300
CUSTOMER 3	IN LINE	serv 200
CUSTOMER 4	IN LINE	serv 300
CUSTOMER 5	COMING IN	serv 250
CUSTOMER 6	COMING IN	serv 500
CUSTOMER 1	TRACE TRACE	800 1200
CUSTOMER 2	TRACE TRACE	840 -1
CUSTOMER 3	TRACE TRACE	930 -1
CUSTOMER 4	TRACE TRACE	1000 -1
CUSTOMER 5	TRACE TRACE	-1 -1
CUSTOMER 6	TRACE TRACE	-1 -1
400 1	MEAN RESPONSE	400.0